

**PRESTRESSED COMPOSITE PISTON****Publication number:** DE3249290**Publication date:** 1984-01-26**Inventor:****Applicant:****Classification:**

**- international:** *F02B23/06; F02F3/00; F02F3/22; F16J1/00; F16J1/04;  
F02B23/02; F02F3/00; F02F3/16; F16J1/00;*

**- European:** F02B23/06W; F02F3/00B1; F02F3/22; F16J1/04

**Application number:** DENDAT3249290 00000000**Priority number(s):** US19810335266 19811228**Also published as:**

WO8302300 (A1)

**Report a data error here****Abstract of DE3249290**

A prestressed composite piston (34) for an internal combustion engine including a generally cylindrical piston body (70) formed from an aluminum alloy and a piston crown (50) formed from a cast metallic material. The crown (50) is mated to the piston body (70) by a single machine bolt (90) which prestresses the crown in a generally uniform concentric pattern.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Veröffentlichung**  
⑪ **DE 3249290 T1**

⑥ Int. Cl. 3:  
**F02F 3/00**  
F 02 F 3/20  
F 01 P 3/10  
F 01 B 31/08

- der internationalen Anmeldung mit der  
⑦ Veröffentlichungsnummer: WO 83/02300  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 Int. Pat. ÜG)
- ② Deutsches Aktenzeichen: P 32 49 290.1  
⑧ PCT Aktenzeichen: PCT/US82/01760  
⑥ PCT Anmeldetag: 17. 12. 82  
⑦ PCT Veröffentlichungstag: 7. 7. 83  
④ Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 26. 1. 84

DE 3249290 T1

③ Unionspriorität: ③② ③③ ③④  
28.12.81 US 335266

⑦ Anmelder:  
Alco Power Inc., 13021 Auburn, N.Y., US

⑦ Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000  
München

⑦ Erfinder:  
Mills, Floyd D., 13081 King Ferry, N.Y., US

⑤ Zusammengesetzter Kolben

DE 3249290 T1

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR &amp; PARTNER

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

A. GRÜNECKER, Dipl.-Ing.  
DR. H. KINKELDEY, Dipl.-Ing.  
DR. W. STOCKMAIR, Dipl.-Ing. & Dr. habil.  
DR. K. SCHUMANN, Dipl.-Phys.  
P. H. JAKOB, Dipl.-Ing.  
DR. G. BEZOLD, Dipl.-Chem.  
W. MEISTER, Dipl.-Ing.  
H. HILGERS, Dipl.-Ing.  
DR. H. MEYER-PLATH, Dipl.-Ing.

Alco Power Inc.  
100 Orchard Street  
Auburn, New York 13021  
U.S.A.

8000 MÜNCHEN 22  
MAXIMILIANSSTRASSE 43

P 17 965-25

23.8.1983

## Zusammengesetzter Kolben

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben (34) für einen Verbrennungskraftmotor, wobei der Kolben einen im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70) aus einer Aluminiumlegierung und eine Kolbenkrone (50) aufweist, die aus gegossenem Metallwerkstoff besteht. Die Krone (50) wird am Kolbenkörper (70) durch einen einzigen gedrehten Bolzen (90) festgelegt, der die Krone mit einem im wesentlichen gleichförmigen konzentrischen Muster vorspannt.

(Fig. 4)

Beschreibung

1

Die Erfindung betrifft einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben. Insbesondere bildet die Erfindung eine  
5 Verbesserung gegenüber einem aus der US-PS 3 465 651 bekannten Kolben.

Dieselmotoren sind seit vielen Jahren die Standard-Arbeitsmotoren in der Industrie. Dieselmotoren bilden  
10 den Antriebsteil für dieselelektrische Lokomotiven, Schiffen unterschiedlicher Klassen, wie auch Schleppern, und auch für verschiedene andere Arbeitsfahrzeuge, einschließlich Traktoren, Panzern und dgl. Zusätzlich werden Dieselmotoren als stationäre Antriebe für große  
15 Kompressoren und elektrische Generatoren eingesetzt. Solche stationären Motoren können 18 oder mehr Zylinder mit Motorblockbohrungen haben, deren Durchmesser 30 cm oder mehr beträgt.

20 Seit der Einführung des Dieselmotors wurde mit unterschiedlichem Erfolg versucht, die Leistung und den Wirkungsgrad von Dieselmotoren zu steigern. In Verbindung damit war die Entwicklung eines zusammengesetzten Kolbens ein bemerkenswerter Fortschritt. Im besonderen wurden  
25 mehrteilige Kolben konstruiert, die aus unterschiedlichen Materialien bestanden, um ihren Zweck besser zu erfüllen. Beispielsweise wurde ein aus einer Aluminiumlegierung bestehender Kolbenkörper mit einer Kappe aus einer Eisenlegierung vereinigt. Aluminium wurde gewählt, da es  
30 leicht ist und außerordentliche Laufeigenschaften zeigt. Aluminium führte dazu, daß der Kolbenunterteil in der Zylinderlaufbüchse leicht gleiten konnte und erleichterte auch dem Kolbenzapfen, der sich durch den Kolbenkörper erstreckte, seine hin- und hergehende Bewegung. Jedoch  
35 haben Aluminiumlegierungen einen verhältnismäßig hohen

- 1 Ausdehnungskoeffizienten und eine geringe Festigkeit  
bei hohen Temperaturen. Ein vollständig aus einer Alu-  
miniumlegierung bestehender Kolben war deshalb gegen die  
hohen Temperaturen zu isolieren, die normalerweise in  
5 den Zylindern von Verbrennungskraftmotoren auftreten.

Eine aus Stahl oder Gußeisen bestehende Kappe aus  
einer Eisenlegierung wurde gewählt, da solche Kappen  
auch bei den hohen Arbeitstemperaturen ihre hohe Festig-  
10 keit beibehalten. Zudem können Kappen aus Eisenlegierun-  
gen die Kolbenringe ohne nennenswerten Verschleiß oder  
Ausschlagen tragen.

Eine grundsätzliche Schwierigkeit bei zusammengesetz-  
15 ten Kolben ergab sich aus den thermischen Spannungen in-  
nerhalb des Kolbens. Diesem Problem wurde in einem be-  
stimmten Ausmaß durch die Eingliederung von Kammern oder  
Nischen in den Kolbenkörper und in die Berührungsfläche  
des Kolbenkörpers mit der Kappe gelöst. Diese Nischen  
20 wurden dann mit Öl versorgt, das aus dem Motorblock  
stammt und die hohen Arbeitstemperaturen der Kolbenkappe  
abführte. Trotz dieser Kühlung blieben erhebliche thermi-  
sche Spannungen.

25 Die US-PS 3 465 651, deren Inhalt hier mit einge-  
schlossen sein soll, stellt einen bedeutenden Fort-  
schritt in der Ausbildung solcher zusammengesetzter Kolben  
dar. In dieser US-PS wird ein zusammengesetzter Kolben er-  
läutert, bei dem in der Krone des Kolbens ein zentraler  
30 Stehbolzen einstückig ausgebildet ist. Die Krone besteht  
aus einer hochzugfesten Eisenlegierung. Der Stehbolzen  
ist mit einem Gewinde versehen, um eine Mutter aufzuneh-  
men, mit der die Krone in progressiven Eingriff mit dem  
Kolbenkörper gebracht wird. Auf diese Weise wird die Krone  
35 vorgespannt, damit sich beim Arbeiten keine thermischen

1 Spannungen mehr ergeben.

Gegenüber dieser bekannten Lösung ist ein zusammengesetzter Kolben wünschenswert, der gleichmäßig vorgespannt ist und sich im Betrieb ausgeglichen verhält, wodurch ein ruhiger Lauf des Verbrennungskraftmotors erreicht werden könnte. Weiterhin wäre ein zusammengesetzter Kolben dieser Art wünschenswert, bei dem die Materialkosten niedrig sind. Weiterhin soll ein zusammengesetzter Kolben geschaffen werden, bei dem die Herstellung der Kolbenkrone einfach ist, obwohl diese eine konturierte Oberfläche besitzt, mit der die Brennraumgestalt optimiert werden kann. Zusätzlich soll der zu schaffende zusammengesetzte Kolben verbesserte Kühleigenschaften haben. Die Krone sollte dabei derart ausgebildet sein, daß sie taschenförmige Vertiefungen für die Ventile für Turbo-Dieselmotoren enthält, obwohl ihre Wandstärke gleichmäßig bleiben soll, um thermische Spannungen gering zu halten.

20

Ausgehend von der zuvor erwähnten US-PS 3 465 651 wurde bereits mehrfach versucht, eine Verbesserung zu finden. Die gefundenen Lösungen benutzen jedoch eine Vielzahl von Bolzen oder Befestigungselementen, die jedoch lokale Spannungsspitzen hervorrufen. Das auf diese Weise erzielte Vorspannen ist nicht gleichmäßig über die gesamte Krone. Es sind ferner Lösungen bekannt geworden, bei denen die vielen, vorgesehenen Befestigungselemente durch die Kolbenkrone ragen, so daß in diesen Bereichen keine zufriedenstellende Abdichtung des zusammengesetzten Kolbens mehr gegeben ist. Bei anderen Lösungen mit mehreren Befestigungselementen ist die Herstellung und der Zusammenbau außerordentlich schwierig.

35

1 Die Schwierigkeiten und/oder die Nachteile, die zu-  
vor geschildert wurden, sind nicht vollständig, sondern  
stellen nur eine Auswahl aus vielen, den Fachleuten auf  
diesem Gebiet bekannten Schwierigkeiten dar, die den Ein-  
5 satz der bekannten zusammengesetzten Kolben in der Praxis  
beschränken. Es gibt nämlich darüberhinaus noch eine  
große Zahl anderer Probleme bei zusammengesetzten Kolben,  
jedoch sollten die zuvor erläuterten Schwierigkeiten nur  
demonstrieren, daß bei den bekannten vorgespannten und  
10 zusammengesetzten Kolben, die es bisher gibt, Verbesserun-  
gen notwendig sind.

Es ist deshalb ein generelles Ziel der Erfindung,  
einen neuen, vorgespannten und zusammengesetzten Kolben  
15 zu schaffen, bei dem die vorerwähnten Probleme entweder  
gar nicht mehr oder nur mehr minimal gegeben sind.

Insbesondere ist die Schaffung eines vorgespannten  
zusammengesetzten Kolbens das Ziel der Erfindung, der es  
20 erleichtert, in einem mehrzylindrischen Verbrennungs-  
kraftmotor einen Ausgleich zu erleichtern bzw. eine hohe  
Gleichförmigkeit zu erreichen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaf-  
25 fung eines vorgespannten zusammengesetzten Kolbens, der ver-  
besserte Kühlcharakteristika aufweist.

Ferner wird erfindungsgemäß ein vorgespannter zusam-  
mengesetzter Kolben angestrebt, der über die Kolbenkrone  
30 ein im wesentlichen konzentrisches Vorspannungsmuster  
besitzt.

Angestrebt wird erfindungsgemäß ferner ein vorgespann-  
ter zusammengesetzter Kolben, bei dem die Materialkosten  
35 verringert und die Herstellung sowie der Zusammenbau ver-  
einfacht sind.

1 Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung  
eines vorgespannten zusammengesetzten Kolbens, der ohne  
weiteres mit einer irregulären Konfiguration der oberen  
Kolbenkrone ausgebildet werden kann, so daß die Brenn-  
5 raumgestalt optimiert wird, während thermische Spannun-  
gen in der Kolbenkrone minimiert werden.

Schließlich ist es noch ein Ziel der Erfindung,  
einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben zu schaffen,  
10 bei dem das Vorspannen ohne eine Durchdringung der Kol-  
benkrone realisiert ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung,  
mit der zumindest einige der vorerwähnten Ziele erreicht  
15 werden, besteht aus einem zusammengesetzten Kolben, der  
im wesentlichen einen zylindrischen Kolbenkörper aus einem  
verhältnismäßig leichtgewichtigen Werkstoff und eine  
schützende Krone aufweist, die aus einem gegossenen me-  
tallischen Material besteht.

20 Der Kolbenkörper besitzt eine zentrale langgestreck-  
te Öffnung, einen ersten Sitz, um den äußeren Umfang des  
Kolbenkörpers, einen zweiten Sitz, der im wesentlichen  
axial ausgerichtet und konzentrisch am Kolbenkörper radial  
25 innerhalb des ersten Sitzes liegt, und einen dritten Sitz,  
der im allgemeinen axial ausgerichtet und konzentrisch  
am Kolbenkörper radial innerhalb des zweiten Sitzes und  
radial außerhalb der zentralen langgestreckten Öffnung  
30 liegt.

Die Kolbenkrone besitzt eine äußere periphere  
Schürze mit einem ersten Randabschnitt, der so ausgebil-  
det ist, daß er mit dem ersten Sitz des Kolbenkörpers zu -  
35 sammenarbeitet, sowie einen zweiten Randabschnitt, der  
sich im wesentlichen axial erstreckt und radial innerhalb  
des ersten Randabschnittes an einer tieferliegenden Fläche



- 1 der Krone angeordnet und so ausgebildet ist, daß er mit  
dem zweiten Sitz des Kolbenkörpers zusammenarbeitet, so-  
wie einen dritten Randabschnitt, der konzentrisch radial  
innerhalb an der unteren Fläche der Krone angeordnet und  
5 so ausgebildet ist, daß er mit dem dritten Sitz des Kol-  
benkörpers zusammenarbeitet.

- Ein mit einem Gewinde ausgestattetes Befestigungsele-  
ment erstreckt sich durch die zentrale Öffnung des  
10 Körpers und besitzt einen Kopfteil, der gegen einen peri-  
pheren Sitz anlegbar ist, welcher sich um die zentrale  
Öffnung erstreckt, sowie einen Gewindeabschnitt, der sich  
durch die zentrale Öffnung erstreckt und in eine passende  
Gewindebohrung eingreift, die koaxial in der unteren Fläche  
15 der Krone ausgebildet ist. Der erste, der zweite und der  
dritte Randabschnitt der Krone sind axial so dimensioniert,  
daß sie in entspanntem Zustand bei voller Auflage des  
ersten Randabschnittes auf dem ersten Sitz einen axialen  
Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt und dem zweiten  
20 Sitz und einen größeren axialen Spalt zwischen dem drit-  
ten Randabschnitt und dem dritten Sitz bilden. Das Be-  
festigungselement läßt sich so anziehen, daß es nacheinan-  
der den zweiten Randabschnitt gegen den zweiten Sitz und  
den dritten Randabschnitt gegen den dritten Sitz anpreßt,  
25 und zwar ausgehend von einer mittigen Position, um die  
Krone gleichmäßig gegen den Kolbenkörper vorzuspannen  
und auf diese Weise einen kompakten zusammengesetzten  
Kolben zu bilden, in dem beim Arbeiten ein Spannungsgleich-  
gewicht herrscht, ohne daß dabei die obere Fläche der  
30 Krone durchdrungen wird.

- Die obere Fläche der Krone ist mit einer peripheren  
Zone ausgestattet, in der erhöhte Segmente und vertiefte  
Segmente vorliegen, die die Ventilbewegung in einem Ver-  
35 brennungsmotor gestatten. Die korrespondierende untere

1 Fläche der Krone unterhalb der peripheren Zone folgt im  
wesentlichen der Kontur der oberen Fläche, so daß die  
Wandstärke der Krone im wesentlichen über dem Bereich der  
peripheren Zone gleichmäßig ist, um in dieser peripheren  
5 Zone und in der Krone thermische Spannungen zu minimieren.

Weitere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung  
gehen aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung  
eines bevorzugten Ausführungsbeispiels hervor, das in  
10 den Zeichnungen gezeigt ist.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer stationären  
15 Diesel-Generator-Baueinheit eines Typs, bei der erfindungs-  
gemäße vorgespannte zusammengesetzte Kolben vorteilhaft  
verwendet werden;

Fig. 2 einen teilweisen Querschnitt des Dieselmotors  
20 der Baueinheit von Fig. 1, wobei ein vorgespannter zusammen-  
gesetzter Kolben in einer Zylinderbuchse eines 18-Zylinder-  
V-Dieselmotors angeordnet ist;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausfüh-  
25 rungsform eines erfindungsgemäßen vorgespannten zusammen-  
gesetzten Kolbens, wobei die obere Fläche der Kolbenkrone  
zum Ermöglichen der Ventilbewegung in einem aufgeladenen  
Dieselmotor konturiert ist;

Fig. 4 einen detaillierten Querschnitt des vorge-  
30 spannten zusammengesetzten Kolbens von Fig. 3, wobei  
der Kolbenkörper in einer Schnittebene 4-4 und die Kolben-  
krone in einer Schnittebene 4-4a gezeigt sind;

- 1 Fig. 5 eine Draufsicht auf den Kolbenkörper, wobei  
Ölkanäle angedeutet sind, die zum Kühlen der Kolbenkrone  
dienen,
- 5 Fig. 6 einen Teilschnitt in der Ebene 6-6 in Fig. 5;  
Fig. 7 einen Teilschnitt in der Ebene 7-7 in Fig. 5;  
Fig. 8 einen Teilschnitt in der Ebene 8-8 in Fig. 5;
- 10 Fig. 9 einen Teilschnitt in der Ebene 9-9 in Fig. 5;  
Fig. 10 eine Explosions-Schnittdarstellung eines er-  
findungsgemäßen zusammengesetzten Kolbens vor dem Zusam-
- 15 menbau;  
Fig. 11 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten  
Kolben von Fig. 10, wobei ein erster Randbereich der Kolben-  
krone auf einem ersten Sitz am Außenumfang des Kolben-
- 20 körpers aufsitzt;  
Fig. 12 einen Teilschnitt in der Ebene 12-12 von  
Fig. 5;
- 25 Fig. 13 einen Querschnitt in der Ebene 13-13 von  
Fig. 5 durch den Kolbenkörper;  
Fig. 14 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten  
Kolben von Fig. 10, wobei ein zweiter Randabschnitt der
- 30 Kolbenkrone durch ein zentrales Befestigungselement in  
Auflage auf einen zweiten Sitz des Kolbenkörpers gezogen  
wird, um in der Kolbenkrone eine teilweise Vorspannung  
mit einem gleichmäßigen Umfangsmuster zu schaffen; und
- 35 Fig. 15 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten  
Kolben von Fig. 14, wobei mit dem Befestigungselement ein

1 dritter Randabschnitt der Krone in eine Auflage auf  
einen dritten Sitz des Kolbenkörpers gezogen wird, wobei  
die Kolbenkrone von einer einzigen zentralen Stelle ohne  
Durchdringung der Krone symmetrisch vorgespannt ist.

5

Ehe im Detail auf den erfindungsgemäßen vorgespannten zusammengesetzten Kolben eingegangen werden soll, ist es zweckmäßig, den Hintergrund für den Einsatz solcher zusammengesetzter Kolben zu schildern.

10

Gemäß Fig. 1 und 2 sind vorgespannte zusammengesetzte Kolben besonders für stationäre Dieselmotoren, die elektrische Generatoren antreiben, zweckmäßig. Fig. 1 zeigt einen elektrischen Generator 20, der direkt mit der  
15 Abtriebswelle eines 18-zylindrigen Dieselmotors 22 gekuppelt ist. Der Dieselmotor wird durch einen Kompressor 24 aufgeladen, der Hochdruckluft durch einen zentralen Verteiler 26 in die Brennkammer über Leitungen 28 speist.

20

Die Zylinder sind paarweise in V-Anordnung im Motorblock 30 arrangiert und Zylinderbüchsen 32 nehmen zusammengesetzte Kolben (Fig. 2) auf. Jeder zusammengesetzte Kolben 34 ist mit einer Kurbelwelle durch einen Kolbenzapfen 36 und eine Pleuelstange 38 verbunden. Für jeden  
25 Zylinder sind vier Ventile 40 vorgesehen, die offen sind, wenn der Kolben den oberen Totpunkt durchfährt. Um die Brennraumform optimal zu halten, ist es erforderlich, im oberen Teil des Kolbens ausgeschnittene Zonen vorzusehen,  
30 die ein Anschlagen des Kolbens an den offenen Ventilen verhindern, wenn der Kolben den oberen Totpunkt durchfährt. Es hat sich weiterhin gezeigt, daß der Gleichlauf des Motors verbessert wird, wenn die sich bei jedem Kolben oberhalb des Kolbenbolzens befindliche Masse so gering ge-  
35 halten werden kann wie möglich.

1 Aus den Fig. 3 und 4 ist im Detail ein erfindungsge-  
mäßiger zusammengesetzter und vorgespannter Kolben erkenn-  
bar. Der Kolben 34 besitzt eine Kappe oder Krone 50.

5 Eine obere Fläche 52 der Krone bildet einen zentralen Ke-  
gel, der für die Brennstoffverteilung und für die Optimie-  
rung der Brennraumform wichtig ist. Ferner ist die obere  
Fläche der Krone mit mehreren erhöhten Segmenten 54 in  
10 einer Umfangszone ausgestattet, die sich über die Fläche  
der Krone erheben. Zwischen den erhöhten Segmenten 54 be-  
finden sich vertiefte Segmente 56, die nach innen bogen-  
förmig verlaufen und das Eintreten der Ränder der Ventile  
40 im oberen Totpunkt des Arbeitstaktes des Motors zu-  
lassen.

15 Es ist hervorzuheben, daß die Wandstärke der Krone  
über diese Umfangszone im wesentlichen gleichförmig ge-  
halten ist, um thermische Spannungen der Krone so gering  
wie möglich zu halten. Diese gleichbleibende Dicke läßt  
20 sich ohne teures Bearbeiten durch Gießen erreichen. Gieß-  
bare Eisenmetalle lassen sich vorteilhaft hier verwenden,  
im Gegensatz zu den bisher üblichen hochfesten Legierun-  
gen, die sehr teuer bearbeitet werden mußten und die für  
die Schaffung der Ventiltaschen nachträglich von Hand  
25 bearbeitet werden mußten.

Die Kolbenkrone enthält ferner eine konturierte un-  
tere Fläche mit einer äußeren peripheren Schürze 57  
mit einem ersten Randabschnitt 58, einen zweiten Rand-  
30 abschnitt 60 und einen dritten Randabschnitt 62. Die  
Randabschnitte sind konzentrisch und lassen sich auf  
korrespondierende Sitze eines Abschnitts des Kolbenkör-  
pers aufsetzen, der nachstehend im Detail erläutert wird.  
Die Umfangsschürze enthält eine Vielzahl paralleler Um-  
35 fangskanäle 64 für Kolbenringe. Die hochfeste Eisenle-  
gierung der Krone verhindert einen übermäßigen Ver-  
schleiß und ein Ausschlagen des Kolbens durch die Kolben-  
ringe.

-11-  
- 12 -

1 Ein zweiter Abschnitt des zusammengesetzten Kolbens  
34 wird von einem im allgemeinen zylindrischen Kolben-  
körper 70 gebildet. Dieser Kolbenkörper 70 besteht zweck-  
mäßigerweise aus einem leichtgewichtigen Werkstoff, wie  
5 einer Aluminiumlegierung, die gute Gleiteigenschaften auf-  
weist. Eine zentrale längliche Öffnung 72 erstreckt sich  
in axialer Richtung durch den Kolbenkörper und nimmt ein  
Befestigungselement auf. Eine Querbohrung 74 erstreckt  
sich im rechten Winkel zu der Achse 72. Eine Pleuelstange  
10 38 ist mit dem Kolbenkörper durch einen Kolbenzapfen 36  
verbunden, der in der Bohrung 74 sitzt.

Am Kolbenkörper ist ein erster Sitz 76 am Außenum-  
fang ausgebildet. Ein zweiter Sitz 78 wird von einem  
15 Auflagering 80 gebildet, der in einer Vertiefung 82 sitzt.  
Der zweite Sitz ist im wesentlichen axial ausgerichtet  
und konzentrisch zum ersten Sitz 76 am Kolbenkörper an-  
geordnet. Ferner ist ein dritter Sitz 84 vorgesehen, der  
im wesentlichen axial ausgerichtet und konzentrisch radial  
20 innerhalb des zweiten Sitzes 78 und radial außerhalb der  
zentralen Öffnung 72 liegt.

Durch die Öffnung 72 im Kolbenkörper erstreckt sich  
ein ein Gewinde aufweisendes Befestigungselement oder  
25 ein gedrehter Bolzen 90. Er besitzt einen Kopf 92 und  
einen ein Gewinde tragenden Schaft 94. Eine Unterleg-  
scheibe 96 und eine Vielzahl von Federscheiben 98 werden  
vom Bolzen 90 getragen und liegen gegen einen Anschlag 100  
an, der von einer hinterschnittenen Fläche im Kolbenkörper  
30 gebildet wird. Eine Gewindebohrung 102 ist coaxial in der  
unteren Fläche der Krone 50 angeordnet. Wenn angezogen,  
zieht der Bolzen 90 die Krone unter Vorspannung gegen den  
Kolbenkörper, was nachfolgend erläutert wird.

1 Zum Kühlen der Kolbenkrone 50 zirkuliert Öl unterhalb der Krone in Kammern oder Nischen. Zu diesem Zweck begrenzt eine innere Fläche der Krone zwischen dem ersten Randabschnitt 58 und dem zweiten Randabschnitt 60 und  
5 eine axiale Fläche 104 des Kolbenkörpers eine erste periphere Kühlnische 106 unterhalb der Krone.

In ähnlicher Weise wird eine zweite Kühlnische 108 konzentrisch innerhalb der ersten Kühlnische 106 zwischen  
10 dem zweiten Randabschnitt 60 und dem dritten Randabschnitt 62 der Kolbenkrone gebildet. Diese zweite Kühlnische enthält einen vertieften Abschnitt 108 im Kolbenkörper, so daß die zweite Kühlnische ein Weiten/Höhen-Verhältnis A:B von annähernd 1 besitzt. Diese Dimensionierung der  
15 zweiten Nische verbessert vorteilhafterweise den Verwirbelungseffekt für das kühlende Öl und damit die Kühlung für die Kolbenkrone.

Schließlich ist eine dritte Kühlnische 110 unterhalb  
20 der Kolbenkrone zwischen der inneren Oberfläche der Öffnung 72 und der äußeren Oberfläche des Schaftes 94 gebildet.

Aus den Fig. 4 bis 7 ist ein System erkennbar, mit  
25 dem kühlendes Öl vom Motorkurbelgehäuse in die Kühlnischen des Kolbens lieferbar ist. Das Öl wird in den Kolbenkörper 70 durch eine Bohrung 114 (Fig. 4) in der Pleuelstange 38 gepumpt. Das Öl wandert dann durch eine Bohrung 116 im Kolbenzapfen 36 und axial in beiden Richtungen entlang  
30 einem zylindrischen Ringraum, den eine koaxiale Hülse 118 begrenzt. Das Öl gelangt dann durch Bohrungen 120 und 122 und Kanäle 124 und 126 nach außen. Der Kanal 124 (Fig. 6) steht mit einer Bohrung 128 in Verbindung, die in die erste Kühlnische 106 im Bereich eines Auslasses 130  
35 (Fig. 5) mündet. In ähnlicher Weise tritt Öl aus dem

3240200  
-13- 14-  
1 Kanal 126 in die erste Kühlnische über einen Auslaß 132 ein.

5 Aus der ersten Nische 106 gelangt das Öl durch eine Vielzahl von Bohrungen 134, die sich durch die Kolbenkrone erstrecken (Fig. 4), weiter. Obwohl nur zwei dieser Bohrungen gezeigt sind, können zusätzliche Ölwege vorgesehen sein, um den Ölfluß in die zweite Kühlnische zu verstärken. Eine Vielzahl von Bohrungen 140 erstrecken  
10 sich durch den Kolbenkörper und stellen eine Strömungsverbindung zwischen der zweiten und der dritten Kühlnische her.

Da bei der raschen Auf- und Abbewegung des Kolbens  
15 das Öl von Nische zu Nische gepumpt wird, ergibt sich in den Nischen ein starker Verwirbelungseffekt. Die kontinuierliche Zirkulation des Öls und der Verwirbelungseffekt in den drei toroidalen Nischen unterhalb der Kolbenkrone führen dazu, daß die Kolbenkrone verhältnismäßig  
20 kühl bleibt und daß thermische Spannungen innerhalb der Krone weitgehend unterbleiben.

Das Rückführen des kühlenden Öles zum Sumpf wird durch eine Vielzahl von Bohrungen 142 bewerkstelligt, die  
25 zwischen der zweiten Nische 108 und einer Vertiefung 144 im Kolbenkörper oberhalb der Pleuelstange angeordnet sind (Fig. 8). In ähnlicher Weise kann das Öl aus der dritten Nische durch Bohrungen 146 abströmen, die in eine Vertiefung 144 (Fig. 9) führen.

30

Die Fig. 10 bis 15 stellen infolgedessen die einzelnen Schritte beim Zusammenbau des Kolbens dar. In Fig. 10 ist die Krone 50 oberhalb des Kolbenkörpers 70 dargestellt. Ein gehärteter Auflagering 80 wird zunächst  
35 in die Vertiefung 82 eingesetzt, um den Sitz zu bilden.



- 1 Die Krone 50 wird dann, gemäß Fig. 11, auf dem Kolbenkörper 70 befestigt.

Der Innendurchmesser der Kronenschürze 57 ist geringfügig kleiner als der Außendurchmesser des Kolbendurchmessers, so daß sich hier ein leichter Preßsitz ergibt. Um den Zusammenbau zu erleichtern wird Öl mit hohem Druck (6000 psig) durch eine Bohrung 150 im Kolbenkörper 70 (Fig. 12) zur Schürze 57 gepreßt. Dieses Öl expandiert die Schürze der Krone. Gleichzeitig wird eine Preßkraft (von 2000 lbs) auf die Krone aufgebracht (wie durch Pfeile C in Fig. 11 angedeutet wird), um die Krone auf den Kolbenkörper aufzupressen, bis der erste Randabschnitt 58 der Krone fest auf dem ersten Sitz 76 des Kolbenkörpers auf sitzt. Wie in den Fig. 5 und 13 gezeigt ist, dient die Bohrung 152 zum Abführen des Öles während dieses Zusammenbau-Schrittes.

Die axialen Abmessungen der Randabschnitte 58, 60 und 62 der Krone, in unverspanntem Zustand, sind so gewählt, daß bei vollem Aufsitzen des ersten Randabschnittes 58 auf dem ersten Sitz 76 ein axialer Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt 60 und dem zweiten Sitz 78 und ein größerer axialer Spalt zwischen dem dritten Randabschnitt 62 und dem dritten Sitz 84 vorliegen, wie Fig. 11 zeigt.

Gemäß Fig. 14 greift der Bolzen 90 an der Kolbenkrone 50 an und zieht diese in Richtung auf den Kolbenkörper 70 hin. Sobald der Bolzen 90 angezogen wird, wird der zweite Randabschnitt 60 der Kolbenkrone zur Auflage auf den zweiten Sitz 78 gezogen. Entsprechend wird die Kolbenkrone zwischen dem ersten und dem zweiten Randabschnitt in einen symmetrischen Vorspannungszustand versetzt. Dabei ist der dritte Randabschnitt 62 noch vom dritten Sitz 84 (Fig. 14) entfernt.

1 In Fig. 15 ist die Kolbenkrone 50 endgültig auf den  
 Kolbenkörper 70 aufmontiert. Der Bolzen 90 ist voll ange-  
 zogen worden und die Federscheiben 98 sind teilweise flach  
 gepreßt. Der dritte Randabschnitt 62 der Krone ist in  
 5 Anlage auf den dritten Sitz 84 gepreßt. Dadurch ist die  
 Kolbenkrone 50 voll vorgespannt und zwar im wesentlichen  
 gleichmäßig und konzentrisch von einer zentralen Stelle  
 aus, ohne daß die obere Fläche der Krone durchdrungen  
 würde.

10

Mit dem auf die vorerwähnte Weise zusammengebauten  
 vorgespannten zusammengesetzten Kolben werden mehrere  
 Vorteile erreicht, von denen nur die hauptsächlichsten er-  
 wähnt werden sollen.

15

Der erfindungsgemäße vorgespannte Kolben ist in  
 axialer Richtung kompakt und besitzt oberhalb des Kolben-  
 zapfens eine reduzierte Höhe und nur eine geringe Masse.  
 Die Verringerung der Masse am Ende der Pleuelstange ver-  
 20 bessert den Gleichlauf der Verbrennungskraftmaschine.

Erfindungsgemäß ist ferner eine vergrößerte erste  
 Kühlnische und eine zweite Kühlnische geschaffen, deren  
 Weiten/Höhen-Verhältnis bei annähernd 1 liegt. Dieses  
 25 Verhältnis verbessert den Verwirbelungs- und Kühleffekt  
 des zirkulierenden Öls.

Nur ein einziger Schraubbolzen ist notwendig, um die  
 30 Krone von einer zentralen Stelle aus konzentrisch und auf-  
 einanderfolgend vorzuspannen. Dabei ist es wichtig, daß  
 die erhebliche und gleichmäßige Vorspannung ohne eine Durch-  
 dringung der oberen Fläche der Krone bewerkstelligt wird.

35 Ferner ist es möglich, die Krone aus Eisenlegierungen  
 zu gießen, die preiswerter sind, als die bisher verwende-  
 ten hochzugfesten Legierungen. Gleichzeitig kann der Gieß-

- 1 prozeß der Krone so ausgelegt werden, daß die Ventilvertiefungen in der oberen Fläche der Krone geformt werden. Auf diese Weise werden teure Nachbearbeitungsschritte für die Ventiltaschenflächen eliminiert, wie auch das mühsame
- 5 Ausrunden der Taschen von Hand. Weiterhin kann durch eine Anwendung eines Gießverfahrens die Unterseite der Krone so konturiert werden, daß sie der Oberseite folgt. Auf diese Weise wird im besonderen im äußeren peripheren Bereich der Krone eine gleichmäßige Wandstärke erzielt,
- 10 die thermische Spannungen beim Arbeiten des Kolbens in diesem Bereich gering hält.

- Vorstehend wurde nur eine bevorzugte Ausführungsform und mit dieser verbunden verschiedene Vorteile erläutert.
- 15 Es sind jedoch für einen Fachmann weitere Änderungen ohne weiteres durchführbar, ohne daß der Rahmen der Erfindung dadurch verlassen werden würde.

20

25

30

35

A. GRUNECKER, DR. ING.  
DR. H. KINKELDEY, DR. ING.  
DR. W. STOCKMAIR, DR. ING. & ARCHT.  
DR. K. SCHÜMANN, DR. TECH.  
P. H. JAKOB, DR. ING.  
DR. G. BEZOLD, DR. TECH.  
W. MEISTER, DR. ING.  
H. HILGERS, DR. ING.  
DR. H. MEYER-PLATH, DR. ING.

Alco Power Inc.  
100 Orchard Street  
Auburn, New York 13021  
U.S.A.

8000 MÜNCHEN 22  
MAXIMILIANSSTRASSE 43

P 17 965 -25  
23.8.1983

## Zusammengesetzter Kolben

### Patentansprüche

1. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor, gekennzeichnet durch  
einen im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70)  
25 aus einem verhältnismäßig leichtgewichtigen Material,  
in dem eine zentrale langgestreckte Öffnung (72), ein  
erster, am Außenumfang des Kolbenkörpers (70) ausgebilde-  
ter peripherer Sitz (76), ein zweiter radial innerhalb  
des ersten Sitzes (76) und dazu konzentrischer und axial  
30 ausgerichteter Sitz (78) sowie ein dritter Sitz (84)  
angeordnet sind, der am Kolbenkörper (70) im wesent-  
lichen axial ausgerichtet und konzentrisch radial inner-  
halb des zweiten Sitzes (78) und radial außerhalb der zen-  
tralen langgestreckten Öffnung (72) liegt,  
35 durch eine aus gegossenem metallischen Werkstoff gebildete  
Krone (50) mit einer oberen und einer unteren konturierten  
Fläche, wobei an der Krone eine äußere periphere Schürze

1 mit einem ersten Randabschnitt (58) angeordnet und so aus-  
gebildet ist, daß sie mit dem ersten Sitz (76) des Kolben-  
körpers (70) in Eingriff bringbar ist, wobei ferner ein  
zweiter Randabschnitt (60) sich radial innerhalb des ersten  
5 Randabschnittes (58) an der unteren Fläche der Krone (50)  
in axialer Richtung erstreckt und so ausgebildet ist, daß  
er mit dem zweiten Sitz (78) des Kolbenkörpers (70) zu-  
sammenarbeitet, und wobei ferner ein dritter konzentrisch  
radial, innerhalb des zweiten Randabschnittes (58) an  
10 der unteren Fläche der Kolbenkrone (50) liegender Rand-  
abschnitt (62) vorgesehen und derart ausgebildet ist, daß  
er mit dem dritten Sitz (84) des Kolbenkörpers (70)  
zusammenarbeitet;  
durch ein Gewinde aufweisende Befestigungsmittel (90) ,  
15 die sich durch die zentrale Öffnung (72) des Kolbenkörpers  
(70) erstrecken und einen Kopfteil (92) aufweisen, der  
gegen einen Umfangssitz (100) um die Öffnung (72) anleg-  
bar ist, und einen Gewindeabschnitt (94) aufweist, der  
sich durch die zentrale Öffnung (72) hindurch erstreckt  
20 und in eine entsprechende Gewindebohrung (102) einschraub-  
bar ist, die in der unteren Fläche der Krone (50) ausge-  
bildet ist,  
wobei der erste, der zweite und der dritte Randabschnitt  
(58,60,62) der Krone mit ihren axialen Erstreckungen  
25 derart ausgelegt sind, daß sie in nicht verspanntem Zu-  
stand der Krone bei voller Auflage des ersten Randab-  
schnittes (58) auf dem ersten Sitz (76) einen axialen  
Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt (60) und dem  
zweiten Sitz (78) und einen größeren axialen Spalt zwischen  
30 dem dritten Randabschnitt (62) und dem dritten Sitz (84)  
bilden, und wobei die Befestigungsmittel (90) derart be-  
tätigbar sind, daß sie aufeinanderfolgend den zweiten  
Randabschnitt (60) auf den zweiten Sitz (78) und den  
dritten Randabschnitt (62) auf den dritten Sitz (84)  
35 pressen, ausgehend von einer zentralen Stelle, um die

1 Krone gegen den Kolbenkörper konzentrisch vorzuspannen  
und einen kompakten zusammengesetzten Kolben zu bilden,  
mit dem ein gleichmäßiger Kolbenlauf im Betrieb des Mo-  
tors erreichbar ist, ohne daß die obere Fläche der Krone  
5 durchdrungen wird, und  
wobei die obere Fläche der Krone (50) eine Umfangszone  
mit erhöhten Segmenten (54) und vertieften Segmenten (52)  
für die ungehinderte Ventilbewegung im Verbrennungsmotor  
aufweist, und wobei die korrespondierende untere Fläche  
10 der Krone unterhalb der peripheren Zone im wesentlichen  
der Kontur der oberen Fläche derart folgt, daß die Wand-  
stärke der Krone im Bereich der peripheren Zone gleich-  
bleibt, um thermische Spannungen in der Krone über diese  
periphere Zone zu minimieren.

15

2. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
die untere Fläche der Krone (50) zwischen dem ersten Rand-  
abschnitt (58) und dem zweiten Randabschnitt (60) und  
20 einer axialen Fläche (104) des Kolbenkörpers (70) zwi-  
schen dem ersten Sitz (76) und dem zweiten Sitz (78)  
eine erste periphere Kühlnische (106) unterhalb der Krone  
begrenzen.

25

3. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die  
untere Fläche der Krone (50) zwischen dem zweiten Rand-  
abschnitt (60) und dem dritten Randabschnitt (62) und  
einer axialen Fläche des Kolbenkörpers (70) zwischen  
30 dem zweiten Sitz (78) und dem dritten Sitz (84) eine  
zweite periphere Kühlnische (106) begrenzen, die kon-  
zentrisch innerhalb der ersten Kühlnische (106) unter-  
halb der Krone verläuft.

35

1  
4. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet durch  
erste und sich durch den Kolbenkörper (70) erstreckende  
5 Bohrungsmittel (124, 126) zum Verbinden der ersten peri-  
pheren Kühlnische (106) mit einer Kühlölquelle und  
durch wenigstens eine zweite Bohrung (134), die sich in-  
nerhalb der Krone (50) zwischen der ersten peripheren  
Kühlnische (106) und der zweiten peripheren Kühlnische  
10 (108) erstreckt, um dem Kühlmittel eine Strömung zwischen  
der ersten und der zweiten Kühlnische zu gestatten.

5. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
15 zumindest eine zweite Bohrung aus wenigstens zwei Boh-  
rungen (134) besteht, die sich von der ersten peripheren  
Kühlnische (106) durch den zweiten Randabschnitt (60)  
der Krone in die zweite periphere Kühlnische (108) er-  
strecken.

20 6. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Weiten/Höhen-Verhältnis A:B der zweiten peripheren  
Kühlnische (106) bei annähernd 1 liegt.

25 7. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß  
die innere Oberfläche der zentralen langgestreckten Öff-  
nung (72) im Kolbenkörper (70) und die äußere Oberfläche  
30 der Befestigungsmittel (90) eine dritte periphere Kühl-  
nische (110) unterhalb der Krone begrenzen und daß dritte  
Bohrungsmittel (146) sich zwischen der zweiten peripheren  
Kühlnische (108) und der dritten peripheren Kühlnische  
(110) für einen Kühlmittelfluß zwischen diesen beiden  
35 Kühlnischen erstrecken.

1 8. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor, gekennzeichnet durch einen  
im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70) aus einem  
verhältnismäßig leichtgewichtigen Werkstoff mit einer  
5 zentralen langgestreckten Öffnung (72), mit einem sich  
außen und oben um den Umfang des Kolbenkörpers erstrecken-  
den ersten Sitz (76), mit einem radial innerhalb des  
ersten Sitzes (76) und konzentrisch zu diesem verlaufen-  
den zweiten Sitz (78) und mit einem am Kolbenkörper radial  
10 innerhalb des zweiten Sitzes und radial außerhalb der  
zentralen langgestreckten Öffnung (72) konzentrisch dazu  
verlaufenden dritten Sitz (84), und  
durch eine obere und eine untere konturierte Fläche  
aufweisende Kolbenkrone (50), die eine äußere periphere  
15 Schürze (57) mit einem ersten Randabschnitt (58) aufweist,  
der so ausgebildet ist, daß er mit dem ersten Sitz (76)  
des Kolbenkörpers (70) zum gegenseitigen Eingriff bring-  
bar ist, mit einem zweiten radial innerhalb des ersten  
Randabschnittes (58) an der unteren Seite der Krone an-  
20 geordneten Randabschnitt (60), der so ausgebildet ist,  
daß er mit dem zweiten Sitz (78) des Kolbenkörpers (70)  
zusammenarbeitet, und mit einem dritten konzentrisch radial  
innerhalb des zweiten Randabschnittes (60) an der unteren  
Fläche der Krone angeordneten dritten Randabschnitt (62),  
25 der so ausgebildet ist, daß er mit dem dritten Sitz (84)  
des Kolbenkörpers (70) zusammenarbeitet,  
durch sich durch die zentrale Öffnung (72) des Kolbenkör-  
pers (70) erstreckende Bolzenmittel (90) mit einem Kopf  
(92), der gegen eine periphere Sitzfläche (100) im Kolben-  
30 körper (70) anlegbar ist und einen gewindetragenden Ab-  
schnitt (94) besitzt, der in eine Gewindebohrung (102)  
einschraubbar ist, die koaxial in der unteren Fläche der  
Kolbenkrone (50) ausgebildet,  
wobei der erste, der zweite und der dritte Randabschnitt  
35 (58, 60, 62) der Krone (50) in axialer Richtung derart be-  
messen sind, daß sie bei nicht vorgespannter Krone und



- 1 bei Auflage des ersten Randabschnitts (58) auf dem ersten Sitz (76) einen axialen Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt (60) und dem zweiten Sitz (78) und einen größeren axialen Spalt zwischen dem dritten Randabschnitt (62) und dem dritten Sitz (84) bilden, und wobei die Bolzenmittel (90) derart betätigbar sind, daß sie aufeinanderfolgend den zweiten Randabschnitt (60) zur Anlage an den zweiten Sitz (80) und den dritten Randabschnitt (62) zur Anlage an den dritten Sitz (84), ausgehend von einer einzigen zentralen Stelle, bringen, und die Krone gegen den Kolbenkörper gleichmäßig vorwölben und einen kompakten zusammengesetzten Kolben bilden, mit dem der Gleichlauf des Kolbens im Motor verbessert wird, ohne daß die obere Fläche der Kolbenkrone durchdrungen würde,
- 15 durch eine erste periphere Kühlnische (106) unterhalb der Kolbenkrone, die von dem ersten Randabschnitt (58) und dem zweiten Randabschnitt (60) und einer axialen Fläche (104) des Kolbenkörpers (70) zwischen dem ersten Sitz (76) und dem zweiten Sitz (78) begrenzt wird,
- 20 durch eine zweite periphere Kühlnische (108) unterhalb der Kolbenkrone, die durch den zweiten Randabschnitt (60) und den dritten Randabschnitt (62) und einer axialen Fläche des Kolbenkörpers zwischen dem zweiten Sitz (78) und dem dritten Sitz (84) begrenzt wird,
- 25 durch erste Bohrungen (124, 126), die sich durch den Kolbenkörper hindurch erstrecken und die erste periphere Kühlnische (106) mit einer Kühlmittelquelle verbinden, und durch wenigstens eine zweite Bohrung (134), die sich in der
- 30 Kolbenkrone (50) zwischen der ersten peripheren Kühlnische (106) und der zweiten peripheren Kühlnische (108) zur Herstellung einer Strömungsverbindung zwischen den beiden Nischen erstreckt.

1 9. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das  
Weiten/Höhen-Verhältnis A/B der zweiten peripheren Kühl-  
nische (108) bei annähernd 1 liegt.

5 10. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß eine zweite Bohrung aus wenigstens zwei  
Bohrungen (134) besteht, die sich von der ersten peripheren  
10 Kühlnische (106) durch den zweiten Randabschnitt (60)  
der Kolbenkrone (50) in die zweite periphere Kühlnische  
(108) erstrecken.

15 11. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die  
obere Fläche der Kolbenkrone (50) eine periphere Zone  
mit erhöhten Segmenten (54) und vertieften Segmenten (52)  
für eine ungehinderte Ventilbewegung des Verbrennungsmo-  
tors aufweist, und daß die korrespondierende untere Fläche  
20 der Kolbenkrone unterhalb der peripheren Zone im wesent-  
lichen der Kontur der oberen Fläche folgt, derart, daß  
die Wandstärke der Krone in dieser peripheren Zone im  
wesentlichen gleich bleibt, um thermische Spannungen über  
diesem peripheren Bereich in der Krone zu minimieren.

25 12. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-  
motor gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß  
die innere Oberfläche der zentralen langgestreckten Öff-  
nung (72) des Kolbenkörpers (70) und die äußere Ober-  
30 fläche der Bolzenmittel (90) eine dritte periphere Kühl-  
nische (110) unterhalb der Krone bilden, und daß dritte  
Bohrungsmittel (146) sich zwischen der zweiten periphe-  
ren Kühlnische (108) und der dritten peripheren Kühl-  
35 nische (110) für einen Kühlmittelfluß zwischen diesen  
beiden Kühlnischen erstrecken.

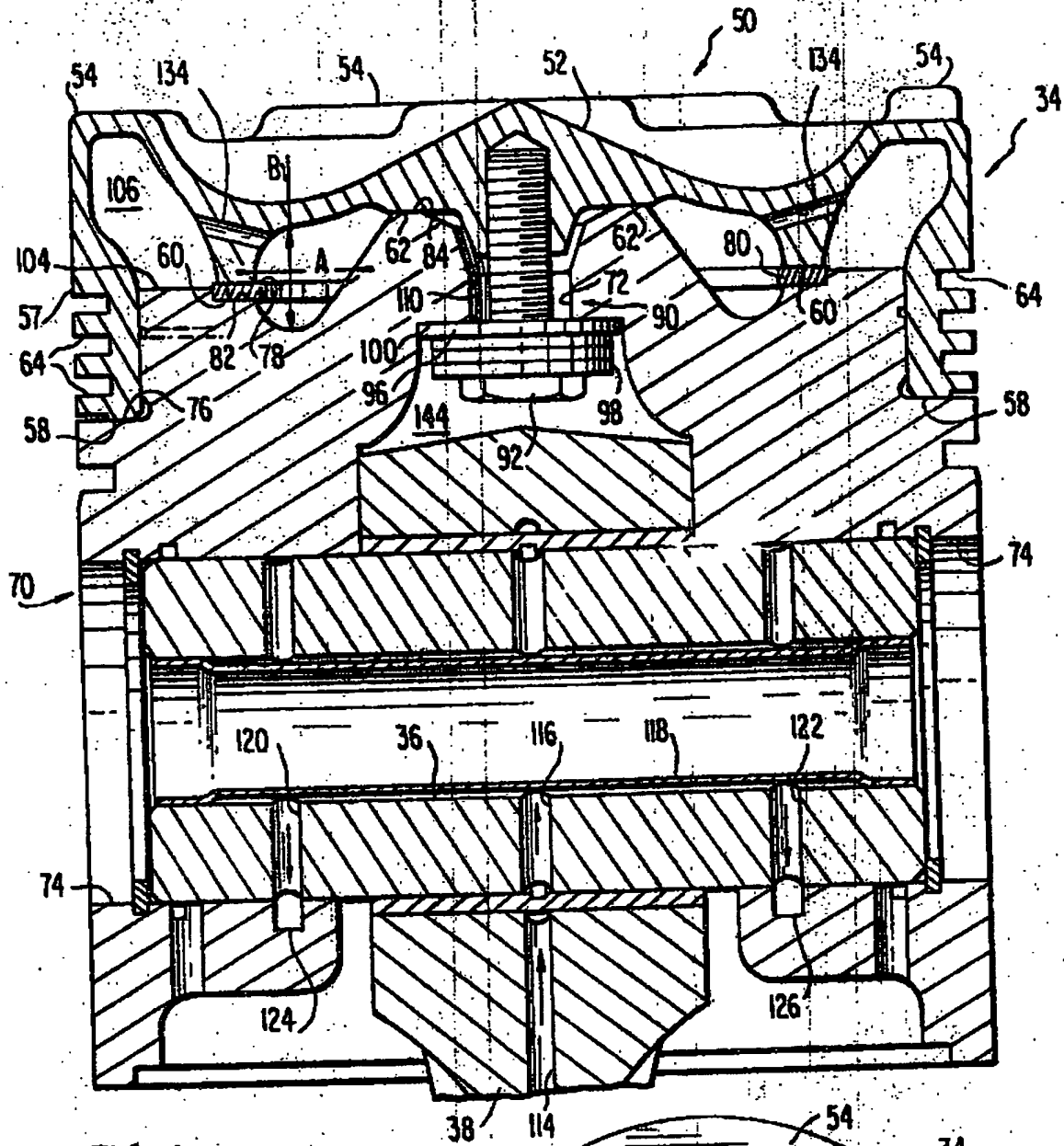


FIG. 4

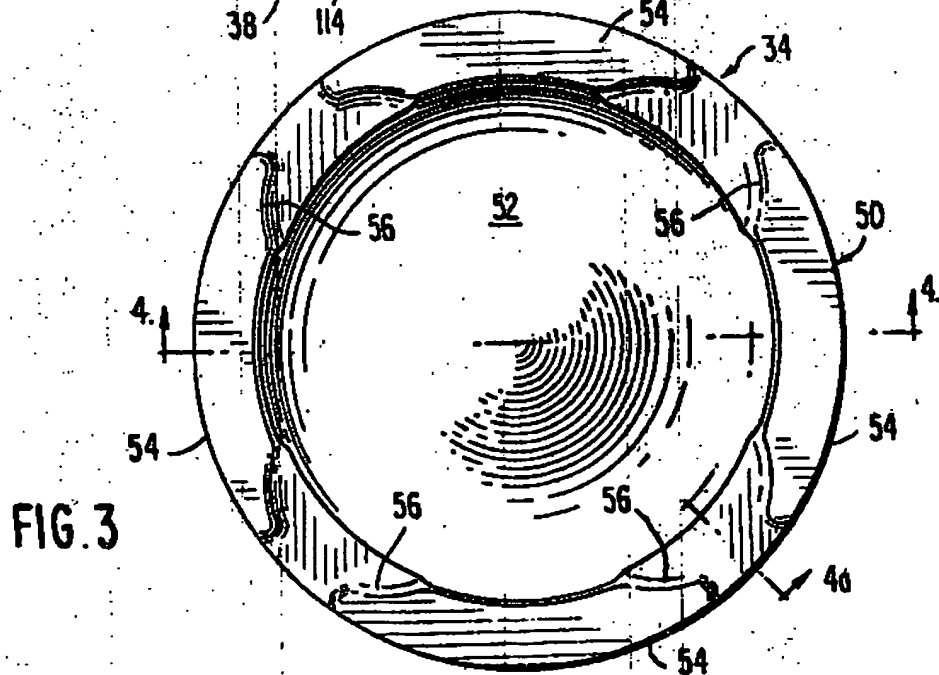


FIG. 3

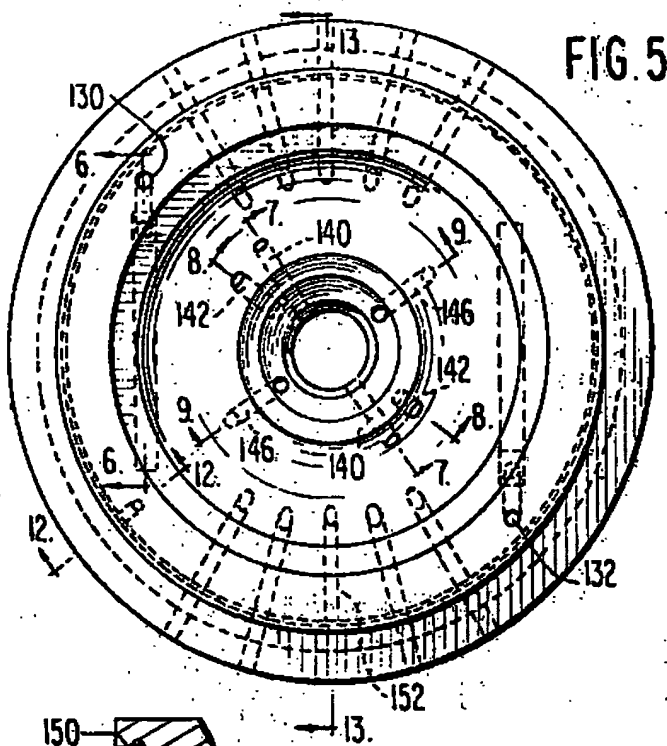


FIG. 5

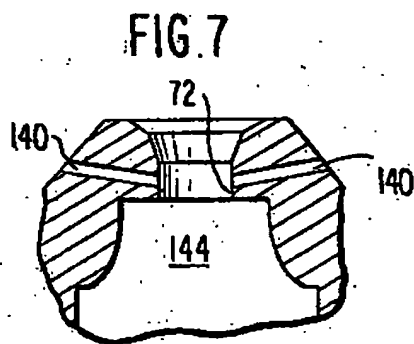


FIG. 7

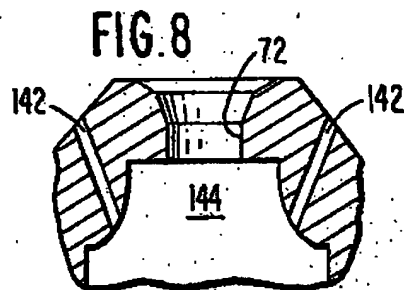


FIG. 8

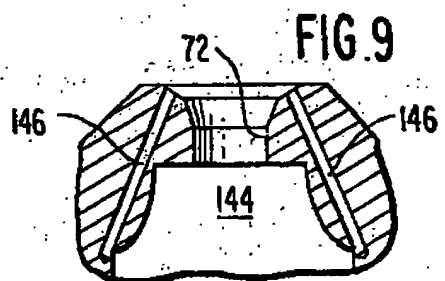


FIG. 9

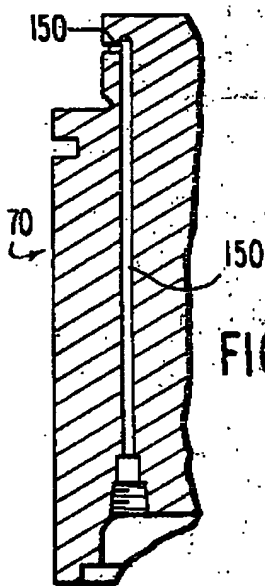


FIG. 12

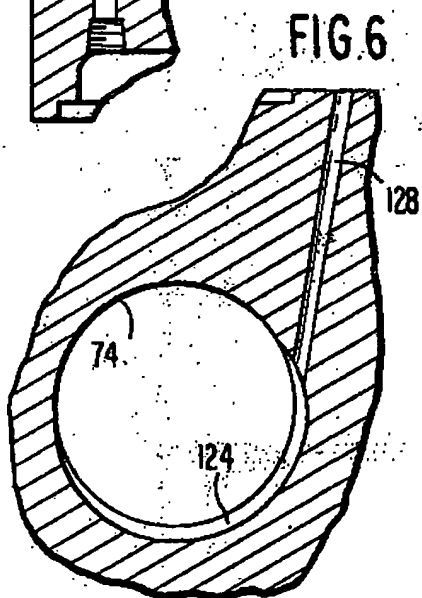


FIG. 6

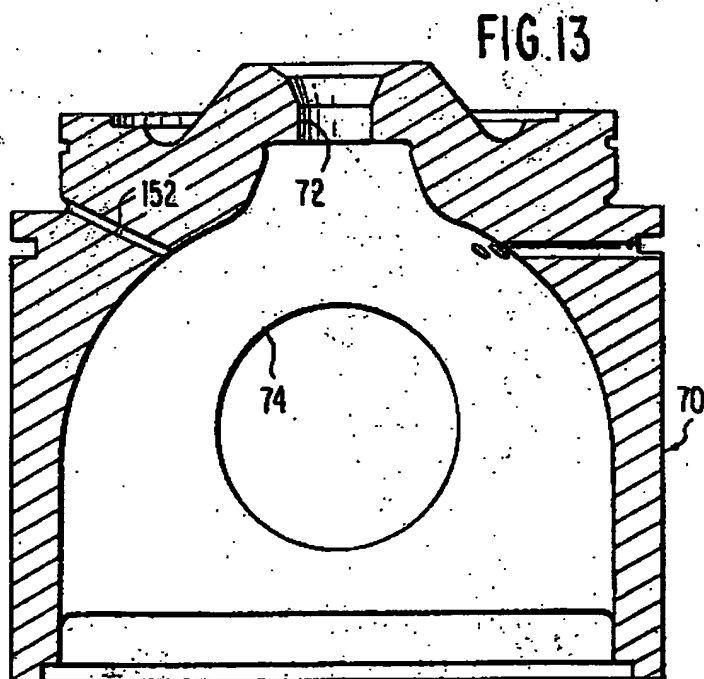


FIG. 13

FIG. 10

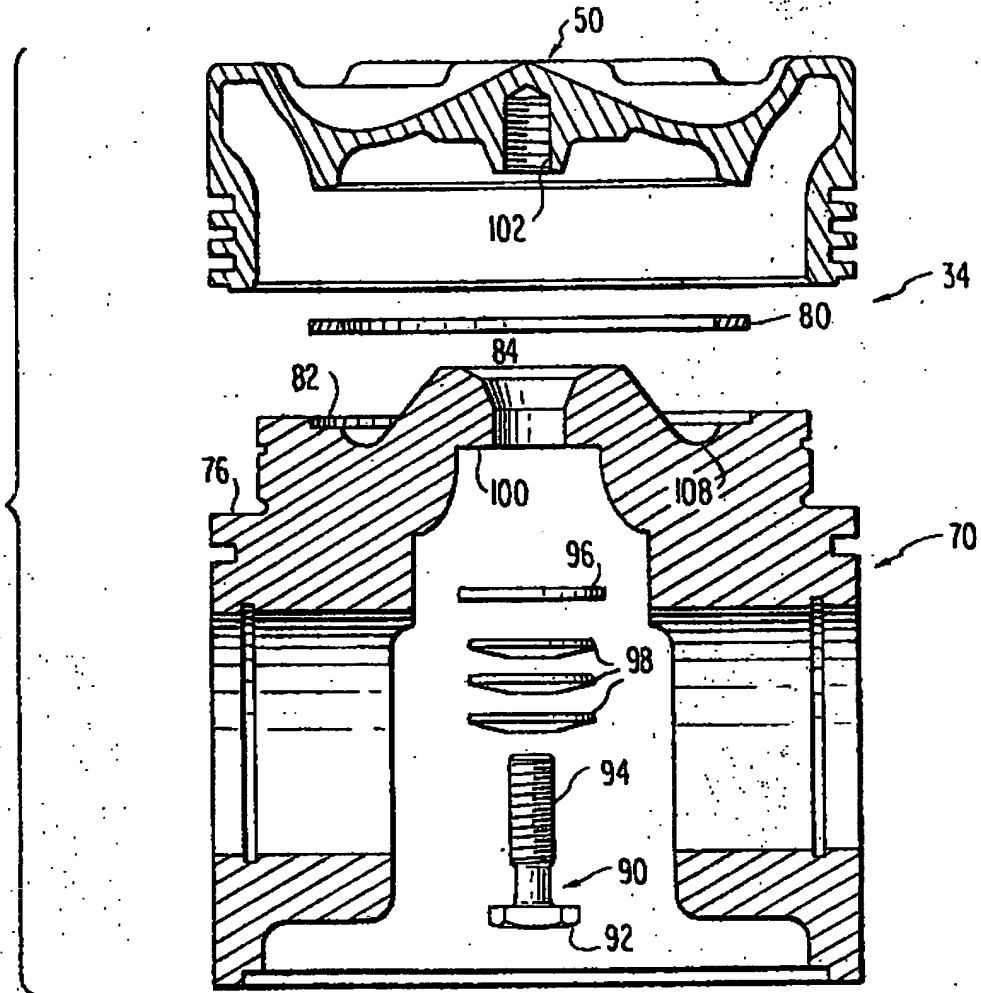
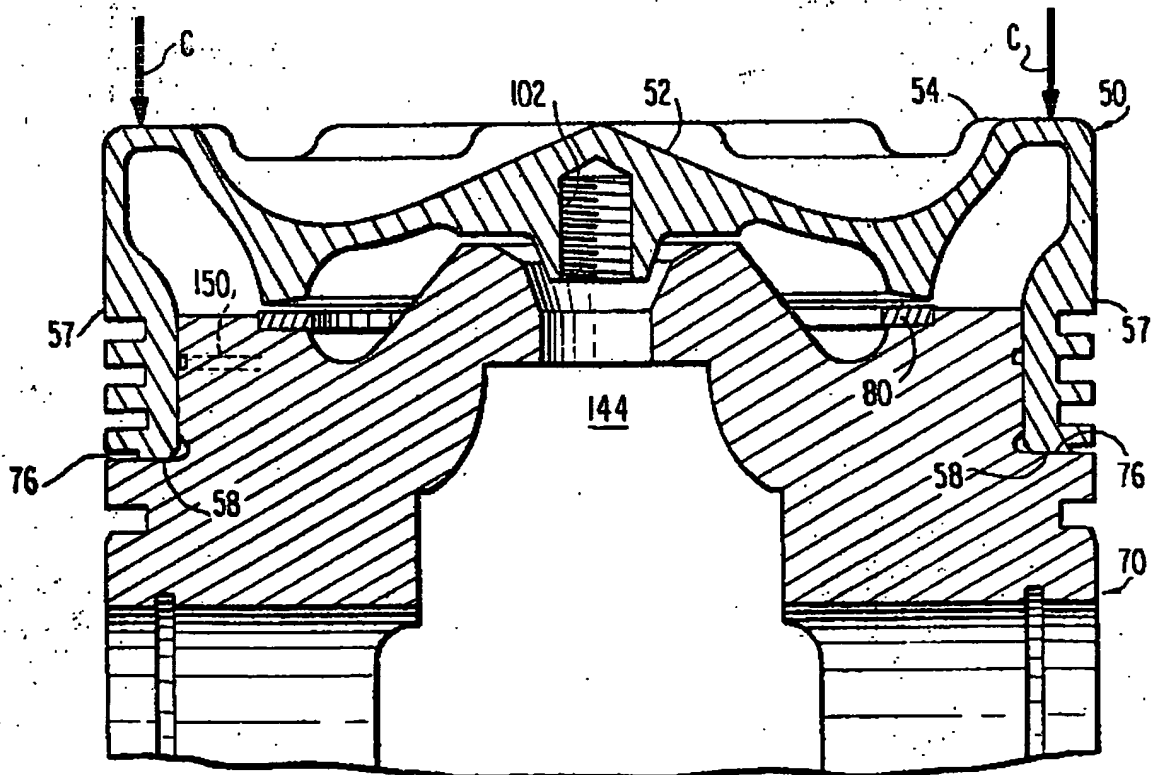


FIG. 11



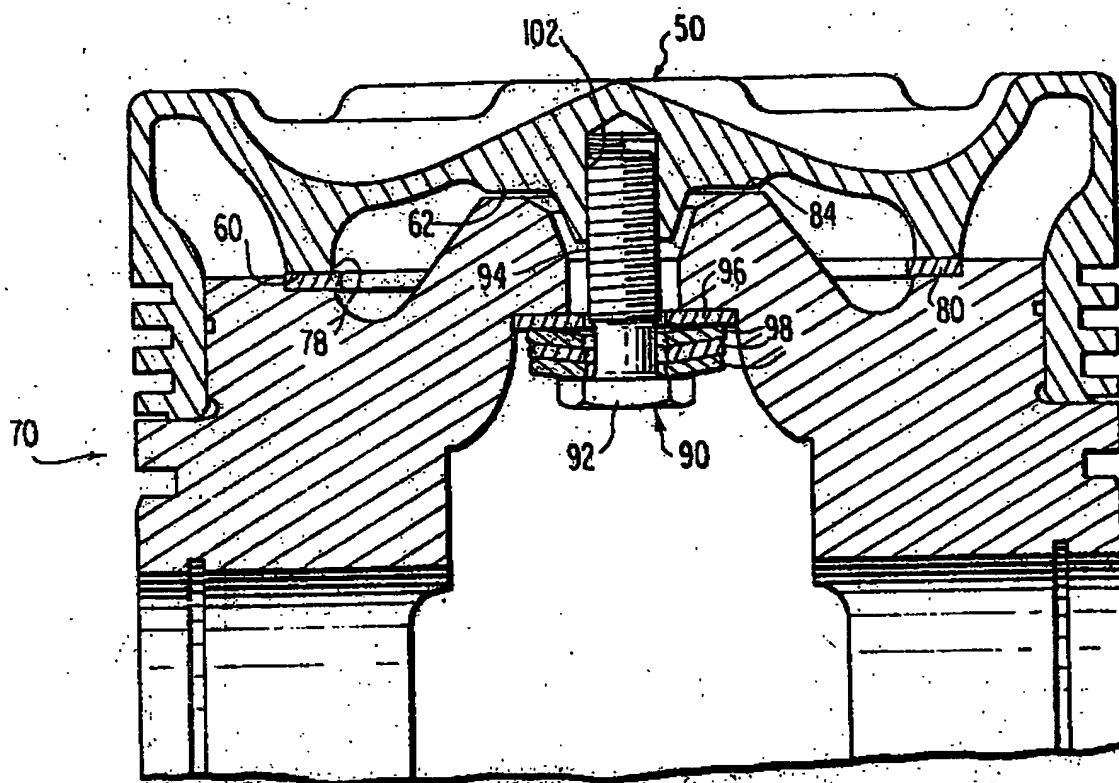


FIG. 14

FIG. 15

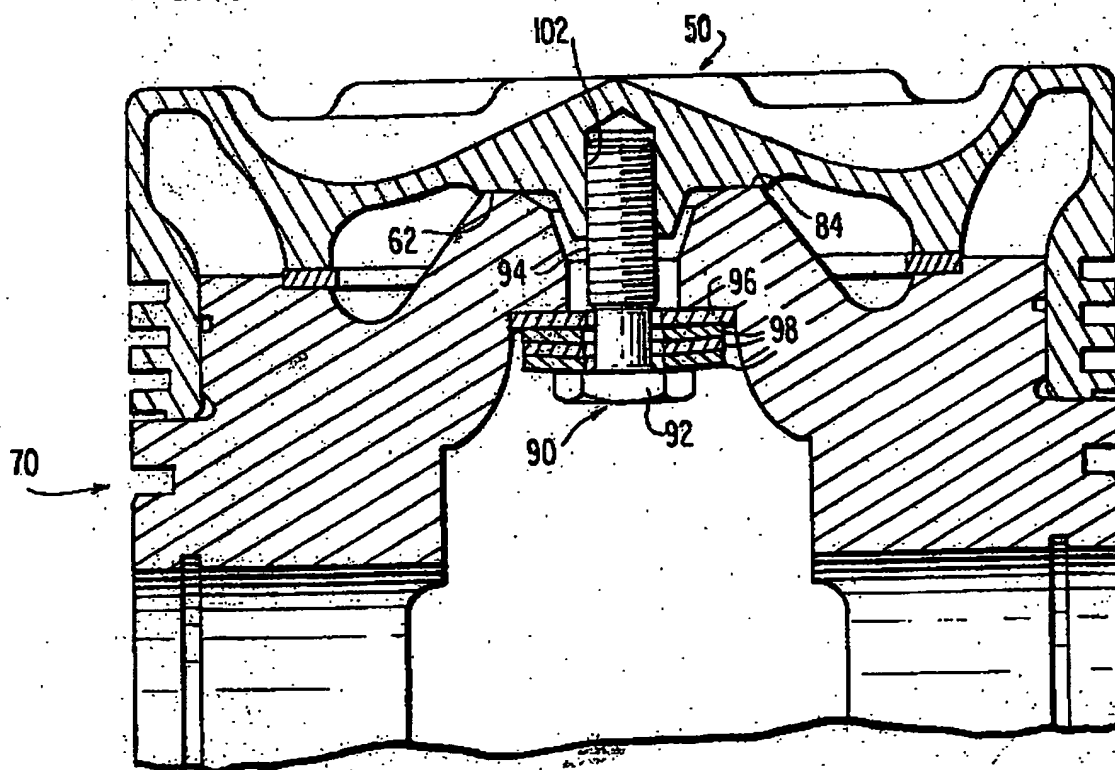


FIG. 1

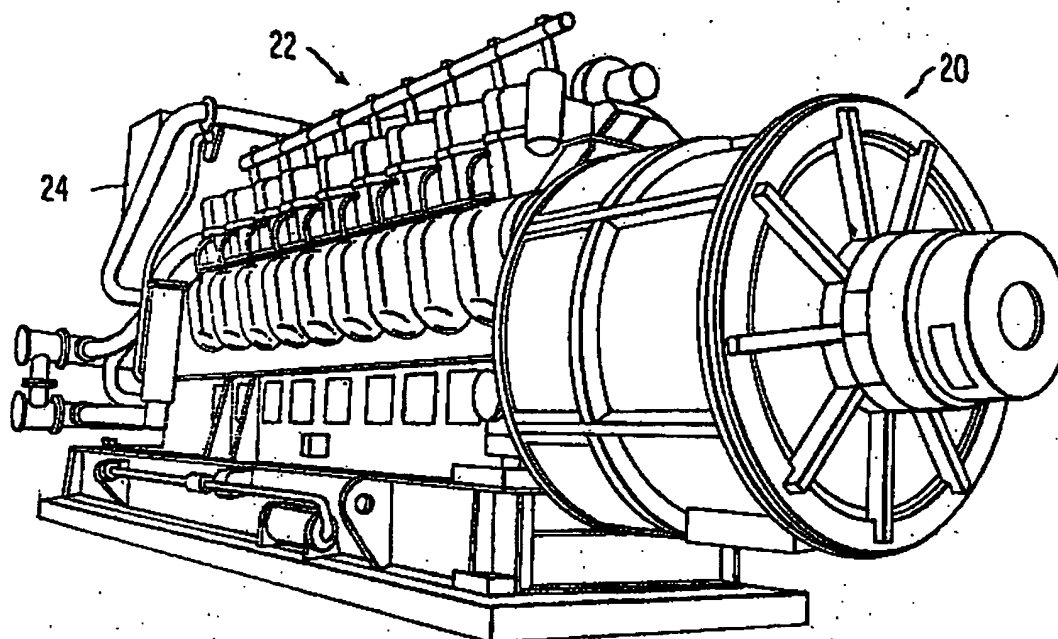
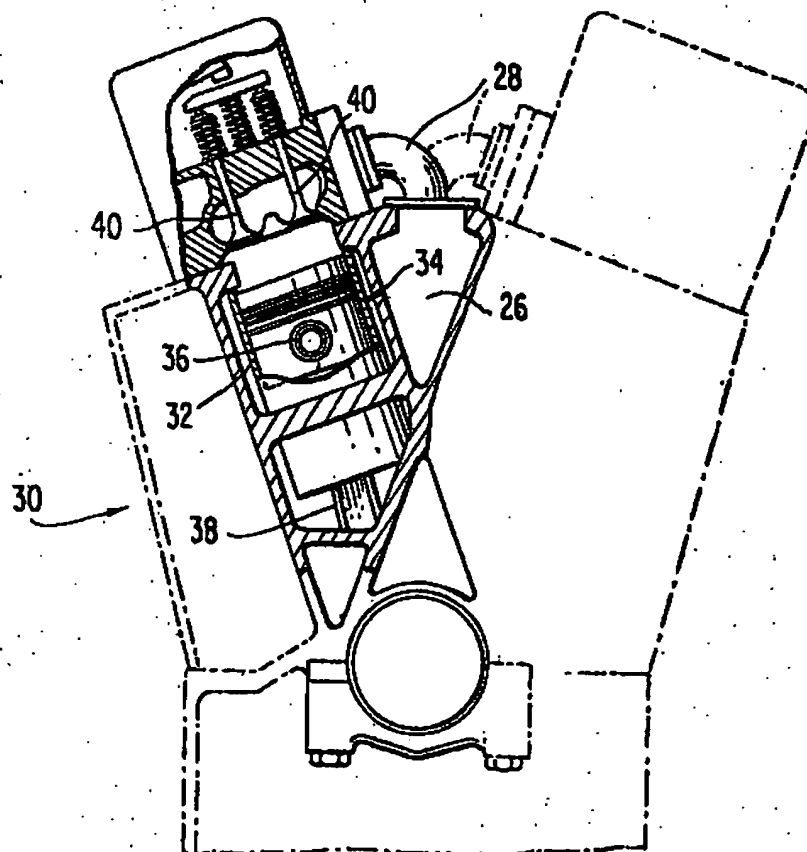


FIG. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**